OSSERVAZIONI

GEOGNOSTICHE E MINERALOGICHE

INTORNO

AD ALCUNE VALLI DELLE ALPI

DEL PIEMONTE

DEL PROFESSORE DI MINERALOGIA

ANGELO SISMONDA

STAMPERIA REALE

1889

Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Tom. xxxix, pag. 259.

OSSERVAZIONI
GEOGNOSTICHE E MINERALOGICHE
INTORNO
AD ALCUNE VALLI DELLE ALPI
DEL PIEMONTE

DEL PROFESSORE DI MINERALOGIA
ANGELO SISMONDA

Nell'ultima peregrinazione da me fatta nelle alpi in compagnia del sig. Elia di Beaumont, ebbi l'opportunità di fare alcune osservazioni, che non mi sembrano immeritevoli dell'attenzione dei Geologi: le fo quindi argomento della presente Memoria, nella quale, ogni volta che senza troppo dilungarmi il potrò fare, collegherò i fatti da me veduti alla teorica oggidì ricevuta.

VALLE D' AOSTA

I terreni che s' incontrano lunghesso la valle d'Aosta spettano a quelli, che i Geologi appellano di sollevamento, primitivo, giurassico, ed alluviale (*diluvium*).

Terreno di sollevamento. Le sole roccie di sollevamento ch' io ho potuto osservare sono la diorite, che si mostra sulle porte della città d' Ivrea, e la serpentina che su varii punti della valle sorge dal mezzo dei terreni stratificati, come scorgesi al monte *Jovet*, al *Camp-di-Pra* ed al piccolo paese di *Brissogno* situato al sud della valle. Al monte Jovet questa roccia si taglia in tavole quadrate di varia grandezza e spessezza, le quali si adoperano a vestire le parti interne degli alti forni ove si riduce la miniera di ferro in ferraccia.

Terreno primitivo. Il gneiss che noi crediamo poter collocare col terreno primitivo si trova poco distante dalla città d' Ivrea, e continua quasi senza interruzione rimarchevole fino alle vicinanze di *Verres*, dove si nasconde sotto la formazione giurassica, che la forza dell'urto non fu abbastanza gagliarda per disperdere.

Al promontorio su cui il nostro Governo fa ricostruire il bellissimo forte di Bard, l' inclinazione degli strati è all' O. 30. N. di 53°. A tre quarti d'ora di strada più all'insu di questo luogo la stratificazione dello gneiss pende all' O. 15. N. di 65° e dopo non molto si mira ancora questa stessa roccia abbassata verso l'E. 15. S. di 68°. Io mi limito a queste poche indicazioni sul giacimento dello gneiss, perchè dovrò ritornarvi fra poco parlando della formazione giurassica.

Terreno giurassico. Stando alle divisioni più generalmente ammesse dai Geologi, il terreno giurassico della valle d'Aosta appartiene alla parte detta giurassica superiore. Ivi gli strati e straticelli di questa formazione furono notevolmente scossi e modificati dalle roccie ignee, onde non è da far maraviglia se distinti Geologi non abbiano saputo con sicurezza classificarli: ciò sarebbe a me pure accaduto, se favorevoli occasioni non mi avessero posto nella circostanza di esaminare altrove fatti identici in compagnia di due dei più celebri Geologi che vanti l'età nostra.

Le roccie di questo terreno in complesso sono: arenaria (*grès*), scisti, e calcarei. Esse si alternano insieme senza però mantenere

una costante regolarità, dimodochè or le une or le altre delle succitate roccie a vicenda compariscono.

L'arenaria, per l'azione delle roccie pirogene, si convertì in un quarzo granoso diviso in tavolati per l'interposizione di sottili fogli di sostanza talcosa or bianca argentina ed or leggermente verdognola. Il combaciamento di un tavolato coll'altro è sì stivo e perfetto, che quantunque molti sieno addossati gli uni agli altri, tuttavia ciò non si distingue colla sola ispezione degli occhi. Codesta roccia così conformata rimane per lo più inserta tra gli strati scistosi e calcarei; ma avviene eziandio ch'essa si trovi in contatto immediato col terreno primitivo, e in tal condizione l'osservai poco oltre il forte di Bard, dove inclina al N. di 53°. Mirai pure questa roccia presso il terreno di sollevamento, ma debbo far osservare che in tal caso essa è di una struttura maggiormente cristallina con alcune altre differenze, le quali sembrano essere state cagionate dalle sottostanti roccie ignee.

Io mi dispenso dal parlare di tutte le varietà degli scisti che in grande numero e abbondanza si rinvengono nelle montagne di questa valle, essendo essi stati descritti dal Saussure nella sua opera sulle alpi, e mi limito ad avvertire che la pietra di corno (scisto talco-felspatico) come le altre roccie nominate dal suddetto Autore, nelle quali entrano il quarzo, la mica e il calcareo, sembranmi tutte contemporanee alla formazione giurassica superiore.

Questi sedimenti mostrano d'essere stati urtati e smossi più volte, onde facilmente si concepisce la cagione dei frequenti cambiamenti delle loro inclinazioni, e di quelle altre anomalie di posizione in che noi gli osserviamo. Sotto *Verrez* p. e. gli strati sono piegati a *zigzag* per un piccolo tratto di strada, poi si abbassano di 55° verso l'E. 35 S. per quindi alzarsi di nuovo in senso diametralmente opposto sopra il terreno primitivo. A un'ora e mezzo di cammino da questo paese e seguitando la grande strada rasente le radici dei monti, si arriva a un botro, il quale prende la sua origine nei monti di *Camp-di-Pra*. Precisamente a questo luogo la formazione

giurassica inclina all' E. 20. S. di 60°. Continuando l'esplorazione di quei monti si trova a una lega circa di distanza, che le falde degli scisti modificati, che li compongono, sono inclinate all'O. 15. N. di 50°. A questo punto circa i scisti sono surrogati da un calcareo lamellare, bianco bigio, nel quale sono qua e là annicchiati piccoli ingemmamenti cubici, o amorfi di ferro piritoso, i quali a misura che si producono delle frane e che per tal modo vengono in contatto degli agenti atmosferici, si decompongono lasciando macchie di varia grandezza, di tinta gialla sporca, dette di ferro. Un simile calcareo osservasi in una propagine dei monti laterali, che alzasi in uno spazio lasciato per un certo gomito o ritiramento di essi monti a una mezz'ora di cammino prima di giungere alla salita del monte Jovet. In questo monticello e in quelli attigui, similmente calcarei, appajono certe striscie, che sono le comissure degli strati, per cui potei riconoscere ch'essi inclinano all'O. 15. N. di 50°. Varii piccoli filoni di sostanza quarzo-talcosa sono visibili in questi monti, ma specialmente nel piccolo monticello, su cui ora si sta costruendo una chiesa. Nel maggiore di essi, situato accanto della chiesa, sonovi cristalli ben decisi di calce ferro-manganesifera, ingemmati di quarzo, le quali sostanze sono debolmente velate di materia talcosa verdognola.

Al monte Jovet la serpentina sollevandosi s'incontrò negli strati giurassici, che le sono quivi immediatamente sovrapposti, li ruppe, ed insinuandosi nelle fenditure, e nei loro vani ne investì una grossa porzione, che si cambiò in scisti più o meno talcosi con aspetto e tinta diversa. Oltre queste modificazioni, produsse molti e assai variati slogamenti negli strati, per cui essi sono ora in uno, ora in un altro verso piegati e inclinati; ma più generalmente pendono al N. 15. O. di 35°. Non è inutile l'avvertire a tale proposito, che quanto più la formazione giurassica si allontana dalla serpentina, tanto più essa si avvicina alla sua maniera d'essere ordinaria, e ciò in modo abbastanza sensibile, perchè se ne possa seguitare e riconoscere tutti i passaggi.

Tra questo monte, che propriamente è un risalto della catena laterale, e il paese di *S. Vincent*, le roccie non cambiano di natura e composizione dalle precedenti, ma variano assai notevolmente d' inclinazione, essendo essa lungo questo breve tratto di strada di 65° al S. 10. E. La roccia calcarea non s' incontra più che nei monti che circondano *Chatillon*. La parte esterna di essi per l'acqua e per gli altri potenti agenti atmosferici è come sfarinata, tuttavia si riconosce ch' essi sono composti di una numerosissima serie di falde sovrapposte le une alle altre, inclinate all' O. 20. N. L' aspetto di questa roccia si vede poco a poco mutare, e quindi nelle vicinanze di *Ciambava* essa è intieramente rimpiazzata da uno scisto talcoso verde, ancora un poco calcareo, colle falde quasi a perpendicolo e facilmente separabili in sottili sfoglie.

Quel tratto di strada, che rimane ancora a farsi per giungere alla città d'Aosta, è alle radici di piuttosto scoscesi monti composti delle stesse roccie insieme alternantisi, e qualora non siano esse coperte dall'alluvione scorgonsi in varii sensi dislogate. Nelle prossimità di *Nuz* vidi scisti inclinati al S. 15. E. di 30°. Poco prima di *Villafranca* gli osservai pendere al S. 10. E. di 40°, e infine in molti punti frapposti ai due succitati luoghi, gli strati giacciono abbassati all' E. 35. S.

La città d'Aosta è in fondo d'un bacino attorniato di monti ricoperti di ricca e prosperosa vegetazione. Dove sonovi frane o dirupamenti, si vede molto distintamente, che quei monti sono composti di moltiplici strati di scisti perfettamente consimili a quelli accennati, fra quali di quando in quando sono intromessi banchi di pietra calcarea, divisi in molte falde, tra le quali sia naturalmente, sia per parziale sfarinamento o disaggregazione, si trovano sottilissimi suoli di terriccio leggermente tinto in giallo. Attrassero la mia attenzione certi filoni di dolomìa di tinta bianca sfumata, i quali escono di mezzo agli scisti, che costituiscono col loro accumulamento i

monti posti al sud della città. La grande alterazione di questi scisti giurassici deriva in gran parte dalle particolari reazioni che seguirono quando si formò la dolomìa.

La pietra calcare che nel basso della valle appena appena rinviensi ora in strati ora in banchi alternantisi cogli scisti, forma quasi da essa sola la maggior parte dei monti che fiancheggiano la strada che dalla città d'Aosta conduce a *S. Didier*. Essa è bigia, e talvolta anche bianca con una certa lucentezza che proviene dall' esservi doviziosamente inserta sostanza micacea. La sua struttura è costantemente cristallina, ed alla sua superficie rendesi sempre osservabile una tal quale decomposizione, che le dà un aspetto terroso, bigio sporco. Alla parte esterna di questi monti appariscono moltissime rilegature di spato calcareo, donde arguii, che quelle contrade furono soggette all' influenza di due sollevamenti, che il verso, pel quale le venule si estendono, fa credere sieno gli ultimi due accaduti; di codeste screpolature riempite dai depositi acquei, havvene tutto al lungo di quella valle, ma più distinte e decise si osservano in un monticello, che sta dirimpetto all'antico castello di *Amaville*, dove i banchi calcarei sono separati da scisti micacei colla direzione dall' E. 30. N. all' O. 30. S.

Una tale alternativa di roccie poco a poco diminuisce e termina nei contorni di Villanova, dove domina il micascisto quarzoso, bigio rossigno, e sensibilmente calcareo, colle falde inclinate all'E. 10. S. di 25°. Questa maniera d'essere degli strati, che ricorda il sistema delle alpi occidentali, è poco durevole, imperciocchè a una lega circa di là di Villanova essi sono diretti dall'E. 20. N. all' O. 20. S. I monti situati poco più all' insù hanno gli strati diretti nella stessa guisa, con una diminuzione però di 10°; le cose si ristabiliscono poi di là di *Livrogne*, dove i monti sono formati di strati nuovamente diretti dall' E. 20 : 25 N. all'O. 20 : 25 S.

In un risalto di queste montagne, a una lega circa prima di

arrivare alla *Salle* sonovi fra gli accennati scisti numerosi straticelli di arenaria alterata, la quale ha l'aspetto del scisto quarzoso per la copiosa quantità di materia talcosa che vi si trova inserta e che ne rende assai agevole la divisione; per modo tale ch'essa dirupa, e il monte ch' è formato di falde quasi a perpendicolo appare molto ripido, e scosceso.

Le mie ricerche nei monti di *S. Didier* ad altro non mi condussero che al ritrovamento di pietra calcare, la quale conserva costantemente una struttura cristallina. Essa è in istrati che hanno la loro testata alzata di 63° verso il N. O. Questi monti sono come retati per tante rilegature o venule spatiche che s' intersecano in due ben distinte direzioni, concordanti con quelle che tenevano le spinte che cagionarono le ultime due rivoluzioni geologiche.

Alluvione antica (*alluvio*). Ad oggetto di evitare qualunque confusione, gioverà ch' io prevenga prima di tutto, che nell'alluvione antica, io comprendo soltanto i sedimenti lasciati indietro dalle acque nell' epoca in cui la terra ha ricevuto la presente sua configurazione.

Ho sempre stimato utilissima cosa lo studiare e il raccogliere i ciottoli che giacciono nelle valli, siccome quelli che mettono in prospetto le roccie ivi esistenti; perciò ne' paesi, de' quali ho visitate le montagne, non ommisi mai di rivolgere innanzi tutto la mia attenzione sopra le pietre erratiche de' fiumi, raccogliendo quelle che all' aspetto apparivanmi dissimili, per meglio dirigere poscia le mie gite or nell'uno or nell'altro de' monti circostanti, dove mi lusingava di rinvenire le dette pietre nel naturale loro posto. Praticando simili ricerche per scoprire la provenienza dei ciottoli nascosti negli strati di ghiaja e argilla alquanto micacea, che coprono la superficie di una porzione dei monti della valle d'Aosta, m'accertai ch'essi furono tutti staccati da quelle contigue giogaje; la ghiaja in certi luoghi fu insieme conglomerata e impietrita da un sugo calcareo argilloso. Molti massi di questa poddinga simile al *calcistruzzo* trovai all' O. S. O. della città d'Aosta, alle radici

dei monti lunghesso la Dora. Questa poddinga è perfettamente consimile ai parallepipedi di cui sono costrutti gli antichi edifizii romani in quel paese. È generale opinione ch'essi sieno pietre fattizie; io credo però che i Romani non abbiano fatto che estrarle da questo terreno che in quei contorni è abbondantissimo.

PASSAGGIO DEL PICCOLO S. BERNARDO.

Il varco di questo monte è facile ma soverchiamente monotono pel Geologo, il quale non v' incontra che poche varietà di roccie del terreno giurassico superiore.

Terreno giurassico superiore. La strada che da *S. Didier* conduce a questo monte costeggia più o meno regolarmente il piccolo torrente denominato la *Thuile*, nel quale radunansi le acque che scendono dal piccolo S. Bernardo e dal ghiacciajo detto *Ruitau*, e segnato sulla carta di Raymond col nome di *Ruitors*.

Dopo aver camminato una lega circa in mezzo a montagne scisto-calcaree, si arriva a una serie di scisti quarzo-micacei della medesima formazione giurassica superiore, i quali sono diretti dall' O. 10. N. all'E. 10. S. coll' inclinazione verso a quest'ultimo punto dell'orizzonte. Le stesse cose mantengonsi fino al villaggio della *Thuile*, in prossimità del quale si estrae dal mezzo degli scisti giurassici un'ottima antracite.

Per giungere a questo paese si guadano due o tre botri provenienti dal monte *Cramont* che forma parte delle giogaje che spalleggiano la strada al N. N. O. Non potendo salire quei monti mi contentai d' indagare i ciottoli rapiti dalle acque alle loro sommità, i quali mi si palesarono nella più evidente maniera identici ai calcarei screziati, riconosciuti alle radici dei medesimi. Questi ciottoli così dispersi negli alvei di quei ruscelli sono venati di spato calcareo in due diversi sensi, ciocchè testifica la verità delle antiche scosse.

I ciottoli che giacciono nel letto della *Thuile* sono rottami di rocce staccate dalle falde o dalle cime di montagne lambite o dal fiume medesimo o dai botri che in esso si scaricano. Tra questi rimasugli dell'odierna degradazione dei monti ne ammirai molti analogi alla poddinga di Valorsina (*), e molti altri che comprovano in quelle giogaje la permanenza del terreno primitivo. Queste roccie mancando nel monte del piccolo S. Bernardo, io sono propenso a credere ch'esse discendono dal *Ruitors*, le cui acque si versano nella *Thuile*.

Nella ricognizione del piccolo S. Bernardo vidi soltanto alternative di scisti argillosi e quarzosi modificati, e di calcarei or granosi semplicemente, ed or granosi micacei, i quali in certi luoghi, per le emanazioni uscite dalle viscere della terra, furono trasformati in gesso. Queste roccie nelle vicinanze di *Pont-Cheran* sono dirette dall' E. 20. N. all' O. 20. S. colle testate elevate di 35° verso la catena del monte Bianco. Al dissotto di questo paese la strada è ingombra di pietre scantonate, di serpentina, di gneiss, di quarzo, ecc. Nessuna di queste roccie rimanendo in quei monti, io mi sono fermato sull'idea, ch'esse sieno state tolte dall'ultimo contraforte del *Cramont*, donde prendono origine tre botri che in un medesimo alveo si riuniscono al N. N. O. del paese.

Nella porzione del monte, superiore a *Pont Seran*, gli scisti sono attraversati per varii versi da rilegature quarzose, e giacciono diretti dall'O. 20. N. all' E. 20. S. con una inclinazione opposta alla catena centrale. A queste cose debbo aggiungere che nelle vicinanze dell' Ospizio trovansi massi di mole considerevole di *corniolo*, confuso dal sig. Saussure col *tufo*. Tale roccia ch'io osservai eziandio al Montecenisio fa testimonianza delle reazioni e degli attriti succeduti all'occasione dei sollevamenti, avvegnachè è oggimai generalmente ricevuto dai Geologi, ch'essa risulta dallo

(*) La poddinga di Valorsina fa parte del terreno giurassico inferiore.

sfacimento e tritolamento dei sedimenti preesistenti a questi avvenimenti. V'hanno in essa vuoti e sgonfi i quali certamente servirono di ricettacolo a quei gaz, che venivano tramandati dalle caverne sotterranee. Comprova poi vie maggiormente la verità di queste antichissime reazioni, la calce carbonata voltata in gesso, che giace intercalata agli scisti nei due valloni che sotto all' Ospizio tendono, uno verso il S. E. e l'altro verso il N. E.

Gli strati nella propagine della catena a un'ora circa dall'Ospizio stanno diretti dal N. 20. E. al S. 20. O. Nessun'altra particolarità m' è avvenuto di notare tutto al lungo di quella discesa acquapendente nella valle d' Isera, fuorchè alcuni strati di calce carbonata cambiati in gesso nei monti sotto *S. Germano.*

DAL BORGO DI S. MAURIZIO AL COLLE DI RÈME NELLA VALLE DELL' ISERA

Con molta attività m'adoperai a indagare l' indole dei monti circostanti al borgo di S. Maurizio. In essi scorsi soltanto le roccie della formazione giurassica superiore, le quali, non so per quale cagione, appajono meno alterate; dimodochè gli scisti carbonosi mantengono il loro aspetto, ed una gran parte della loro naturale dolcezza al tatto.

Terreno giurassico. I pendii di questi monti sono vestiti di sì prospera e folta vegetazione che per riconoscerne la natura e la struttura è d'uopo cercare dove gli agenti atmosferici produssero delle frane. Un monticello tutto dirupato si trova all'O. N. O. del paese, per cui rimane facile studiarne la natura, e quindi arguire quanto non è possibile di vedere. Egli è composto di scisti argillo-carbonosi in falde collocate le une sulle altre. In mezzo alla farragine di quei rottami ne scopersi alcuni che offrivano belle impressioni di piante, per quanto mi parve, identiche a quelle che si

incontrano, in un scisto consimile, a *Petit-Coeur*, più al basso della stessa valle. Associata a questi scisti havvi l'antracite; ora queste osservazioni da me fatte mi convinsero pienamente, che il posto, che noi abbiamo assegnato a quei terreni nella classificazione geognostica, è quello che mirabilmente loro conviene.

Poco distante da questo monticello havvene un altro, che è una diramazione della catena fiancheggiante la valle. Esso spalleggia il piccolo botro dove sono raunati i gemitivi e gli acquitrini del monte *Arbonne*. La sua pendice è tutta dirupata a perpendicolo comechè fosse tagliato a picco, lascia perciò vedere la roccia, che è la solita arenaria alterata, divisibile in tavolati per le numerose piazzette di sostanza talcosa insertivi, e collocate su di uno stesso piano. Le falde dinotano che la roccia andò soggetta all'azione degli agenti modificativi, poichè oltre essere composte di una conglomerazione di piccoli granelli cristallini, sono esse piegate e ripiegate su loro stesse, e con questa configurazione descrivono un semi-circolo, le cui estremità si sprofondano nel suolo.

Osservasi inoltre che i monti dell'una e dell'altra parte della valle sono identicamente conformati di strati e banchi calcarei saccaroidei, o saccaroidei-micacei, alternantisi con gesso e cogli scisti modificati. Queste sostanze nelle due serie parallele di monti, stanno con una inclinazione diametralmente opposta, il che mi fa pensare che quella valle sia un'affossatura o depressione del suolo, che i Geologi Francesi chiamano col nome univoco di *faille*. Tal cosa essendo, essa succedette certamente nell'ultima rivoluzione geologica, colla quale la direzione di quella valle si accorda in gran parte.

Impiegato il maggior tempo possibile alla ricognizione di questi monti, m'avviai poscia verso l'estremità superiore della valle per quindi discendere in quella di Rème, varcando il colle di questo nome. Nell'alveo del botro che s' incontra innanzi d'arrivare a *S. Foy*, mirai molti pezzi scantonati di roccie del terreno primitivo, ch' io giudico rapiti ai monti dove sonovi i colli detti *du*

Mont e *du Lac*, perciocchè da essi prende origine quel botro. Si ricorderà il lettore ch' io ho parlato di tali ciottoli esistenti nella *Thuile*, e si ricorderà eziandio che ho detto provenir essi dal ghiacciajo appellato *Ruitors*; ora parmi si possa conchiudere con qualche fiducia, che su quelle vette esiste una ellissoide di terreno primitivo scoperto, la quale ha il suo più grande asse presso a poco dal N. al S. nella qual linea comprendonsi le creste ove sonovi i varchi detti colli *du Mont*, *du Lac*, ed il ghiacciajo di *Ruitors*.

Fino a *S. Foy*, i monti da ambedue le parti della valle notansi composti di scisti alternantisi con calcarei saccaroidei, disposti a falde molto inclinate all' O. 26. N. In questo luogo la continuazione delle roccie viene interrotta dall' interposizione di copiosi straticelli di arenaria modificata, perfettamente analoga a quella di S. Maurizio.

Proseguendo il viaggio lungo la strada, tirata alla radice dei monti, terminati i straticelli d'arenaria riuniti in banchi, ritrovai gli scisti alternantisi col calcare che si abbassano al S. 30. E. dopo il torrente della *Sassière* incontrai altri monti, composti ancora delle stesse roccie sovrapposte allo scisto antracitoso, ma colle loro falde inclinate all' O. 7. S. Nei monti che succedono a questi, regnavi grande confusione nella stratificazione, talchè si deve credere che furono più degli altri scossi all'occasione delle catastrofi geologiche.

Si arriva per una strada tagliata talvolta alle radici, e talvolta sul pendio dei monti, alla fine ossia all'estremità superiore della valle, dove i monti hanno la forma di grandi anfiteatri, colle pareti tagliate quasi a picco, tutte gobbe e scanalate per i risalti di quelle propagini montuose: e nel fondo hanno un *parterre* con un poco di vegetazione, lo che modera e ingentilisce molto l'orrore di quei precipizi. Da questi monti si varca per facili colli nella Moriana, nella valle dell' Orco, ed in quella di Rème. Non potendo io disporre di tempo sufficiente per indagare tutte quelle giogaje, intrapresi a studiare i ciottoli, o meglio i pezzi informi che le

acque all'occasione delle fiumane trascinano al basso. Da tale studio conobbi che tutte quelle vette e quei pendii sono coperti dalla formazione giurassica, analoga a quella esistente tutto al lungo della valle; meno però la cima del monte *Iseran*, dove deve essere a scoperto un lembo di terreno primitivo, poichè il ruscello che ne discende conduce al piano numerosissimi pezzi di roccie di questa formazione. Io penso che questo terreno copra la serpentina, poichè le acque che da questo monte discendono a *Bonneval* nella Moriana, conducono moltissimi ciottoli e massi di queste due roccie, come m'accertai io stesso in un viaggio fatto in quelle regioni.

Esplorata la valle salii al colle di *Rème*, la qual salita è molto difficile, ed a certe stagioni anche pericolosa, dovendo il viaggiatore farsi strada in una altissima neve. Vi vollero sette ore a uscire da quel ghiacciajo. Vinto dalla fatica non potei pertanto esaminare quei monti nel modo ch'io bramava; con tutto ciò ne vidi abbastanza per poter accertare, ch'essi sono costituiti di roccie scisto-calcaree del terreno giurassico superiore, e tali continuano fino al villaggio di N. D. di *Rème*, situato ai piedi di questo colle, dove giunsi alla sera in compagnia del sig. Beaumont e del sig. Comba disegnatore al Museo di Zoologia, ch'io aveva ottenuto di condurre meco, e la cui opera mi fu in tutto il viaggio di giovamento grandissimo.

Il giorno dopo il sig. Beaumont passò nella valle di Savaranche, ed io andai ad aspettarlo in Aosta discendendo per quella di *Rème*. Alcuni incomodi sopraggiuntimi m'impedirono di indagare l'indole dei monti come io m'era proposto, tuttavia potei fare indagini sufficienti per accertare che tutto al lungo di questa valle non vi rimane il terreno primitivo smantellato della formazione giurassica, salvo in alcune cime, donde le acque ne rotolano numerosi massi, che vidi depositati sotto il villaggio *Creton*. Il sig. Beaumont notò la medesima cosa nei monti acquapendenti nella valle di Savaranche, che corre parallelamente a questa. La roccia è un gneiss di tinta alquanto scura, nel quale sono imprigionati piccoli cristalli

rossi di giacinto, con aspetto grasso particolare. Studiatone la natura, trovai essere i medesimi titanio siliceo calcareo (sfeno, titanite), che combinano nella loro forma geometrica con una o con l'altra delle due, chiamate da Havy *Ditetraedre* e *Triforme*.

L' indole della formazione giurassica è consimile a quella delle altre località che abbiamo fin qui ricordate, pertanto le pendici da ambedue le parti della valle sono composte di scisti, nei quali a luogo a luogo stanno interposte varie grosse falde di calcare. Non potei verificare tutte le direzioni dei dislogamenti, tuttavia da quei pochi che ho notati, parmi si debba conchiudere, ch'essi furono cagionati dall'ultimo sollevamento, almeno l'effetto di questo appare meglio pronunziato e maggiormente chiaro.

VAL PELLINA.

Si arriva in questa valle per una tortuosa via tagliata a certa altezza, sul dorso delle falde acquapendenti in un torrente dove vengono a radunarsi tutti i gemitivi e acquitrini che sortono e discendono dalla valle del Gran S. Bernardo, la quale viene ad aprirsi quasi al principio di questa. Osservammo in quei monti i terreni: primitivo, giurassico, e alluviale, de' quali faremo conoscere quanto abbiamo notato di essenziale.

Terreno primitivo. Comincia ad apparire il terreno primitivo sotto il villaggio di Valpellina dove per lo sporgimento di un contrafforte della catena principale, la valle si divide in due rami. Noi entrammo in quello diretto al Nord, ed abbiamo notato che il terreno primitivo nelle vicinanze di *Ollomont* si nasconde sotto quello della formazione giurassica. Egli è composto di un gneiss, d'aspetto assai bello per le tinte, or bruna scura ed or rosea del suo felspato. Le falde inclinano al N. 15. E., ma mano mano che si va più

avanti nella ellissoide, tale essendo la figura che si può assegnare a quel nocciuolo di terreno primitivo, la direzione cambia essenzialmente, e diviene perpendicolare alla valle stessa.

Nel salire a questo villaggio, situato sopra un risalto di quei monti, incontransi qua e là giacenti dispersi per la strada grossi massi di bellissimo granito. A tale vista credei di scoprire in quei luoghi la roccia nel suo posto naturale, ma le mie ricerche tornando vane, dovetti perciò persuadermi ch'essi provengono probabilmente dal monte Cervino, alle cui radici va a terminarsi il vallone contiguo a quello da noi percorso.

Terreno giurassico. Nel principio della valle questo terreno è nascosto sotto l'alluvione in cui vi prospera una ricca vegetazione. Dove è scoperto si riconoscono i soliti scisti micacei o micacei calcarei, ne' quali racchiudonsi banchi e strati di calcare granoso, bianco bigio. Di là di *Ollomont* vi succede un scisto talcoso verde, sparso di scarsissimi granicelli bianchi di felspato, che il suo lustro fa apparire vitreo. Esso compone un pezzo di aspro monte, che ha le pendici ripide e malagevoli a montarsi, non ha quasi punto terra, e perciò è totalmente nudo, a riserva di alcuni radi cespugli, che a gran fatica vi crescono. I massi che lo formano sono disposti a falde talmente piegate e tortuose, che non è possibile fissarne una regolare direzione.

La natura ha collocato nelle viscere di questo monte un filone di rame piritoso stato anticamente lavorato con molto vantaggio. Varie erano le gallerie e i cuniculi nella pendice del monte, da cui si estraeva il minerale, ma in oggi sono quasi totalmente accecati o ripieni dalle acque, sicchè è impossibile penetrare dentro per esaminare la direzione del filone, e le altre circostanze, tanto essenziali al nutrimento della teoria della scienza. In alcuni cumuli di scarico o sterro rigettato anticamente quando si scavava la miniera, io vi trovai pezzuoli della pietra del monte rivestiti di rame carbonato azzurro ed in alcuni luoghi verde, che investe le pareti

interne di piccoli ventricini; pezzuoli di vena di rame, e quasi tutta rame, con pochissima impurità. Questi nella superficie compariscono vestiti della solita crosta di rame carbonata verde; dentro poi sono per lo più d'una pasta similare ed uniforme, fitta, di grana minutissima, e di colore giallo d'ottone ma più intenso, e pesantissimi. Ve ne sono de' pezzi di pasta simile, non però tanto fitta ed uniforme, ma disposta in massa lamellare, e che si sfalda assai facilmente. Notisi che in questi stessi rigetti si trovano molti pezzi di vena, che a prima vista sembra ricchissima, ma sono magri, per le squamette di talco che vi stanno interposte con qualche abbondanza. Altri finalmente ne trovai che hanno incorporati nel loro impasto mazzoletti d'ingemmamenti di ferro piritoso, che si disfano in ocra di color giallo.

Nei monti che succedono a questo ricompajono i scisti calcarei divisi in falde abbassate verso l'E. 5. S., e in mezzo a monti di tal natura si cammina fino al *Chalet du Puy* posto all'estremità superiore della valle. Questa inclinazione persiste nella maggior parte di quelle roccie, e le poche eccezioni ch' io notai, sono da me giudicate di sì lieve conseguenza, che tralascio di qui inserirle senza che perciò ne abbia a derivare scapito alla teorica.

Terreno alluviale. Fin qui abbiamo ricordati gli effetti prodotti principalmente delle forze interne del globo; ci resta a far menzione degli strati di sabbia e di ghiaja con quella farragine di ciottolame che costituiscono l'alluvione. Questi sedimenti coprono soltanto il dorso dei monti inferiori, e sono in tutto e per tutto analoghi a quelli già da noi descritti della valle d'Aosta, onde dobbiamo viemaggiormente vedere in questa similitudine, ch' essi furono abbandonati da una medesima fiumana.

VALLE DI COGNO

Gran nome procurarono a questa valle le ricche miniere di ferro ossidolato, che rimangono sulla vetta di uno di quei monti che ne chiudono l'estremità superiore. Nessuna estesa indagine si era fin'ora praticata collo scopo di riconoscerne l' indole geognostica; una tale ricerca pareami dovesse riuscire molto utile, sospettando io tutta la propagine di quei monti colpita da due dislogamenti, come mi confermarono i fatti riconosciuti in questo viaggio.

La figura della valle è alquanto variata per causa dei frequenti ristringimenti delle due catene laterali, a cui d'ordinario seguono allargamenti d'aspetto e forma similmente diversi. La causa da cui provengono simili irregolarità, è pure quella che determinò nella stratificazione varie rotture e ripiegature per cui talvolta rassomigliano ai cavalloni marini. Da questi accidenti derivano eziandio i replicati gira-volti della valle stessa, la quale considerata a parte di queste anomalìe corre dal N. 32. O. al S. 32. E.

Le roccie d'un suolo in tal guisa tormentato sono pur esse essenzialmente modificate nella loro composizione, talchè si giudicherebbero in quella valle più terreni, quando le più diligenti ricerche per arrivare alla loro distinzione, me ne scopersero soltanto quattro, e sono questi i terreni: di sollevamento, primitivo, giurassico e alluviale (*alluvio*). Queste divisioni occorreva ch' io stabilissi, prima di continuare la narrazione di quanto mi avvenne di notare.

Terreno di sollevamento. Sorgono di questo terreno alcuni monticelli, che in vero sono piccoli risalti di uno solo, composti di serpentina verde-scura, e scevra d'ogni altro minerale, permodochè la sua pasta appare omogenea, a grani fitti, e compatta. La sua frattura è scagliosa. È dotata di ragguardevole tenacità. Messa in

vicinanza dell'ago calamitato lo fa prontamente deviare e talvolta perfino ne respinge una delle estremità. Questa incorporazione vuole essere tenuta in conto, poichè, come diremo in seguito, serve fino a un certo punto per stabilire, che il ferro ossidulato da cui provengono questi fenomeni, fu spinto fuori dall' interno del globo insieme colla serpentina.

Nel letto del torrente che scorre tutta la valle, e che raccoglie tutti i botri e rigagnoli discendenti da quei aspri e solcati pendii, trovai piuttosto in gran numero pezzi e massi scantonati di serpentina, stati tolti ai monti superiori, poichè in essi soli mirai tale roccia nel suo posto naturale formare sul suolo verruche o monticelli al di là del piccolo luogo di *Gimilian*, donde si prosiegue fino all'estremità superiore della valle, senza però essere costantemente visibile, non avendo ricevuto una spinta abbastanza forte per squarciare e respingere la formazione giurassica che la ricopre. Questi aspri pezzi di monti hanno i pendii rapidissimi per la facilità con cui gli agenti atmosferici gli obbligano a franare o dirupare; il che io attribuisco ai granellini di ferro ossidulato frammisti a quella pietra, i quali sopraossigenandosi sciolgono ogni legge d'equilibrio necessaria, perchè le cose rimangono nel loro stato naturale.

Io colloco qui col terreno di sollevamento, il ferro ossidulato, la dolomìa e la calce solfata. Su queste ultime due sostanze stetti alquanto dubbioso, poichè io credo colla pluralità dei Geologi che esse sieno depositi acquei, così trasformati, per la fissazione di alcuni principii emanati dalle profondità terrestri; ma attualmente esse ritengono tanta analogia con quelle veramente plutoniche, ch'io stimo doversi piuttosto con questo che con quelle considerare.

Il ferro ossidulato è ordinariamente a grani fini e compatto, e talvolta s'accosta alla struttura laminare. Nel suo impasto ha incorporato piccoli ingemmamenti di piriti dello stesso metallo, le quali appena vengono in contatto degli agenti atmosferici, ne sono profondamente intaccate, e cangiansi in sopra-solfato di ferro, che in

finissimi cristalli capillari, o filamentosi ingemmano le cavità, ove prima risiedevano le piriti. Quando poi sono riuniti in grande copia, allora generano sulle pareti del minerale un certo tal quale alzamento o sgonfio, nel cui interno si è certo di trovare l'accennato solfato. La miniera è riposta nel terreno giurassico, al quale ha cagionato modificazioni essenzialissime, sia per l'urto con cui lo percosse, sia perchè con essa giunsero alla superficie terrestre varie sostanze gazose, che reagirono potentemente sui terreni preesistenti. Debbo avvertire che il ferro e la serpentina che sta con esso congiunta agirono meccanicamente sulle roccie, cambiandone l'originaria loro posizione, e fors'anche procurarono colla loro elevata temperatura la struttura cristallina che in esse ravvisiamo; ma per nessun motivo dobbiamo attribuire alle due accennate sostanze la trasmutazione della calce carbonata in gesso e in dolomìa; queste due roccie procedono certamente dall'emanazione dei gaz solforici, che decomposero il carbonato calcare, e dai vapori magnesiaci che fermandosi e fissandosi nello stesso carbonato non decomposto, ne modificarono la composizione. Questa opinione stata emessa dal celebre Debuck trovò forti oppositori, che negando la volatilità del carbonato magnesiaco, tacciavano di falsa l'opinione del valente Geologo Prussiano, e limitavano così ingiustamente le forze della natura; ma questa opposizione era fondata su una supposizione, che il tempo doveva smentire, come di fatti avvenne, quando il sig. Daubney scoprì che il carbonato magnesiaco è volatile (*).

Ora non è men grave ed importante la questione di sapere, se la conversione del calcare giurassico in gesso sia contemporanea all'uscita della serpentina e del ferro. Se ci facciamo ad esaminare i fatti valevoli a schiarire questo punto, noi saremo indotti colla massima persuasione al credere ch' ogni cosa si conseguì nella medesima rivoluzione, il che parmi confermato dai molti cogoli e

(*) V. Institut du 14 octobre 1835.

massi di serpentina incorporati nel gesso medesimo, e da quest'altro fatto, che le falde sono dislogate in un solo verso, quandochè se fossero accadute due eruzioni, una di sostanze semi-fuse, e l'altra semplicemente di gaz, certo le falde dovrebbero colle loro diverse posizioni indicarcelo, come si osserva in quei luoghi ove il suolo venne da successive spinte più o meno gagliardamente urtato.

Alcuni filoni o falde di dolomìa si trovano nel risalto del monte ove giace la miniera, ma egli è più particolarmente accanto a questa ch'essa risiede. La sua struttura è granosa: internamente è bianca o leggermente cenerina: nella parte più esterna rendesi osservabile una tal quale decomposizione o disfacimento, che le dà un aspetto terroso bianco o giallognolo opaco. Assai spesso è intersecata da piccole fenditure ripiene di minute cavità, alle cui pareti sono aggiustati piccoli ingemmamenti della stessa sostanza.

Terreno primitivo. La roccia di questo terreno è un gneiss bigio scuro con certi ticchi allungati, di rosso giacinto che riconobbi per cristalli di titanio siliceo-calcareo colle forme dell'una o dell'altra varietà che Havy chiamò *Dioctaèdre* e *Ditétraèdre.* Questa roccia così distinta passa sovente ad un'altra varietà di tinta più chiara, nella quale per quanto abbia ricercato non giunsi a scoprire il titanio testè accennato nella varietà bigia scura.

Cominciai a trovare questo terreno poco prima di *Vielle,* dove i monti ai due lati della valle, che sono assai erti e scoscesi, ed alle loro radici sonovi tratto tratto accumulati tanti pezzi e massi caduti per vetustà o per mancanza di sostegno, che appajono nuovi monticelli. La natura dei monti continua a rimanere la medesima fino oltrepassato il piccolo luogo del *Pinet.* In varii siti, a questi due punti estremi frapposti, il terreno primitivo è coperto dal giurassico, anzi se vi sono zanne esso le riempie così perfettamente che non è possibile di vedere la sottostante roccia, che le induzioni fanno però credere essere il solito gneiss.

Le falde inclinano verso il N. 10 a 25 E., talvolta però esse

sono piegate e ripiegate a foggia di *zigzag*, ovvero semplicemente curvate, per cui convien credere che le forze da cui procedettero simili fatti, sieno state inegualmente ripartite al suolo di quelle località.

Terreno giurassico. La piccola e tortuosa via che dalla valle d'Aosta scende in quella di Cogno è tagliata sul dorso di roccie giurassiche, ma per essere quivi abbondante il terreno alluviale, e principalmente alla piccola propagine dove è situato l'antico castello d'*Amaville*, esse non sono visibili, ed è soltanto passato il piccolo paese di *S. Léger*, che compajono scoperte; le prime falde sono composte di un calcare bianco, saccaroide, divisibile in tanti tavolati o sfoglie, per le scagliette di mica disposte a suoli nel senso della inclinazione che è all' O. 35. N. Dopo queste falde ne succedono altre composte di scisti micacei e di scisti calcari, fra i quali di quando in quando ne sono interposti alcuni di tinta nera, piuttosto lucenti, che soffregati sulla carta lasciano striscie nere o macchie bigie scure. Questa roccia, ch'io giudico di quelle che i Geologi chiamano *antracitose*, si trova piuttosto in qualche abbondanza vicino al villaggio di *Sergnon.* Alcune falde di questa formazione, composte di arenaria sfogliata alteratissima e inclinata al S. 11. O., si vedono ancora di là di *Vielle* immediatamente soprapposte al gneiss.

Una circostanza che vuol essere rammentata si è la costante discordanza nella inclinazione delle due formazioni, primitiva e giurassica, molto sensibile quando confinano insieme. In certi luoghi della valle di Cogno osservai la differenza ascendere a 30°. Fatti consimili si verificano in quasi tutte le valli alpine, il che deriva dall'alzamento d'una porzione del terreno, che è sempre il più antico, prima che si deponesse quello che lo ricopre, che in tali casi è meno decussato.

Osservai ancora che la porzione del terreno giurassico confinante col gneiss conserva per lo più una struttura maggiormente cristallina, di quanto possegga quello giacente a grandi distanze, ma

ben più modificati rimasero quei scisti giurassici, dove uscirono le serpentine, poichè essi furono penetrati dalla roccia pirogena. Per tale mezzo divenuti doviziosi di sostanza talcosa acquistarono un aspetto molto vicino a quello della roccia plutonica. A questa particolare alterazione non andarono soggetti tutti gli strati giurassici, dimodochè ve ne rimangono ancora, ne' quali la struttura fissile, e i componenti proprii ai scisti sono distintissimi. In questi osservai però la sostanza micacea alquanto rossiccia, ciocchè, al mio credere, proviene dalla sopraossidazione del ferro, facilitata dalla elevata temperatura a cui furono sottoposti. Con opportune e diligenti ricerche si viene a scoprire come sia seguitato l' infiltramento della sostanza talcosa negli scisti, anzi esplorando a palmo a palmo il terreno, si ritrova fin dove essa sia arrivata, e si osserva che gli strati più vicini ove seguirono le ejezioni ne sono ricchissimi, ma mano mano che da tal luogo son più distanti, la materia talcosa diminuisce, quindi appena è visibile, infine scompare affatto. Gli accennati fatti sono tutti visibili nella propagine dei monti che dal paese di Cogno si estende fino all'estremità della valle.

Terreno alluviale. I depositi alluviali terrosi e i ciottoli e massi in essi incorporati sono in tutto e per tutto analogi a quelli descritti, parlando delle altre valli, pertanto io mi limito ad accennare ch'essi ricoprono principalmente i pendii dei monti situati al principio della valle.

VALLE DEL GRAN S. BERNARDO

I monti di questa valle sono alquanto variati nella loro composizione, motivo per cui appariscono numerose varietà di roccie, le quali però mi parvero appartenere a due sole formazioni che sono la primitiva e la giurassica. Bene sovente questi due terreni compajono e scompajono a vicenda, onde conviene credere che il suolo sia

stato inegualmente urtato e alzato, non potendosi attribuire alla forza delle acque la denudazione fatta qua e là del terreno giurassico.

Terreno primitivo. Nei fianchi dei monti prima d'*Etroubles* cominciasi ad osservare il terreno primitivo, ma tosto si trova nascosto sotto falde giurassiche, e non ricompare che passato quel paese, donde si propaga fino nel Vallese. Questa catena ha il dorso profondamente roso, e la sua cresta divisa su varii punti, per cui essa ha l'aspetto di una riunione di più monti, piuttosto che propagine di una sola catena. L'esame di quelle roccie ci mostra che esse sono della categoria dei scisti talco-micacei or quarzosi ed or felspatici; nei quali la disposizione dei componenti è tale, che bene spesso simulano i più belli gneiss. Le falde nella porzione dei monti prima di *S. Remy* si abbassano all'E. 25. N.; con tale giacitura si mirano per un buon tratto di strada, quindi variano, e nei monti circostanti all'Ospizio del Gran S. Bernardo inclinano all'E. 17. S. Questa inclinazione continua fino poco prima d'entrare in *Lid* dove diminuisce di 5.° Sotto questo villaggio il terreno giurassico investe tutti i monti, ed il primitivo non ricompare che al passaggio della galleria, situata a poca distanza di S. *Barthélémy* nel Vallese, dove notai sorgere una specie di filone, che sembra un pezzo di monte, composto d'una roccia talco-felspatico amfibolosa, ch'io giudico di sollevamento, ravvisando in essa la medesima pietra che forma il monte *Catogne*, riconosciuto per tale da tutti i Geologi. Le roccie primitive che appoggiano immediatamente su questa massa, hanno le falde inclinate all'E. 40. N. di 80°, e le giurassiche che su di esse sono poste inclinano soltanto di 30°, il che si deve a un sollevamento accaduto prima, che si deponessero le roccie giurassiche.

Terreno giurassico. Molte delle cose riferite sul terreno primitivo valgono eziandio ad avvertire come debba giacere quello della formazione giurassica che vi sta sopra; imperciocchè gli urti e gli sconvolgimenti provati dal primo, si propagarono similmente al

secondo. Per tale motivo io mi limito a una dichiarazione complessiva su tutto ciò che risguarda il terreno giurassico. Esso consiste in una serie di scisti micacei, e scisti calcarei che si alternano talvolta anche con arenaria modificata, inclinando al S. 20. E. Con queste roccie occorre anche di osservare un scisto verde, dolce al tatto, e sparso di minuti grani o globuli di felspato. Sì fatta roccia potrebbe per la sua composizione giudicarsi propria al terreno primitivo, qualora non alternasse in modo ben distinto cogli strati caratteristici della formazione giurassica, pertanto si deve con questa collocare, e risguardarne i suoi accidenti come effetti d' infiltrazioni parziali.

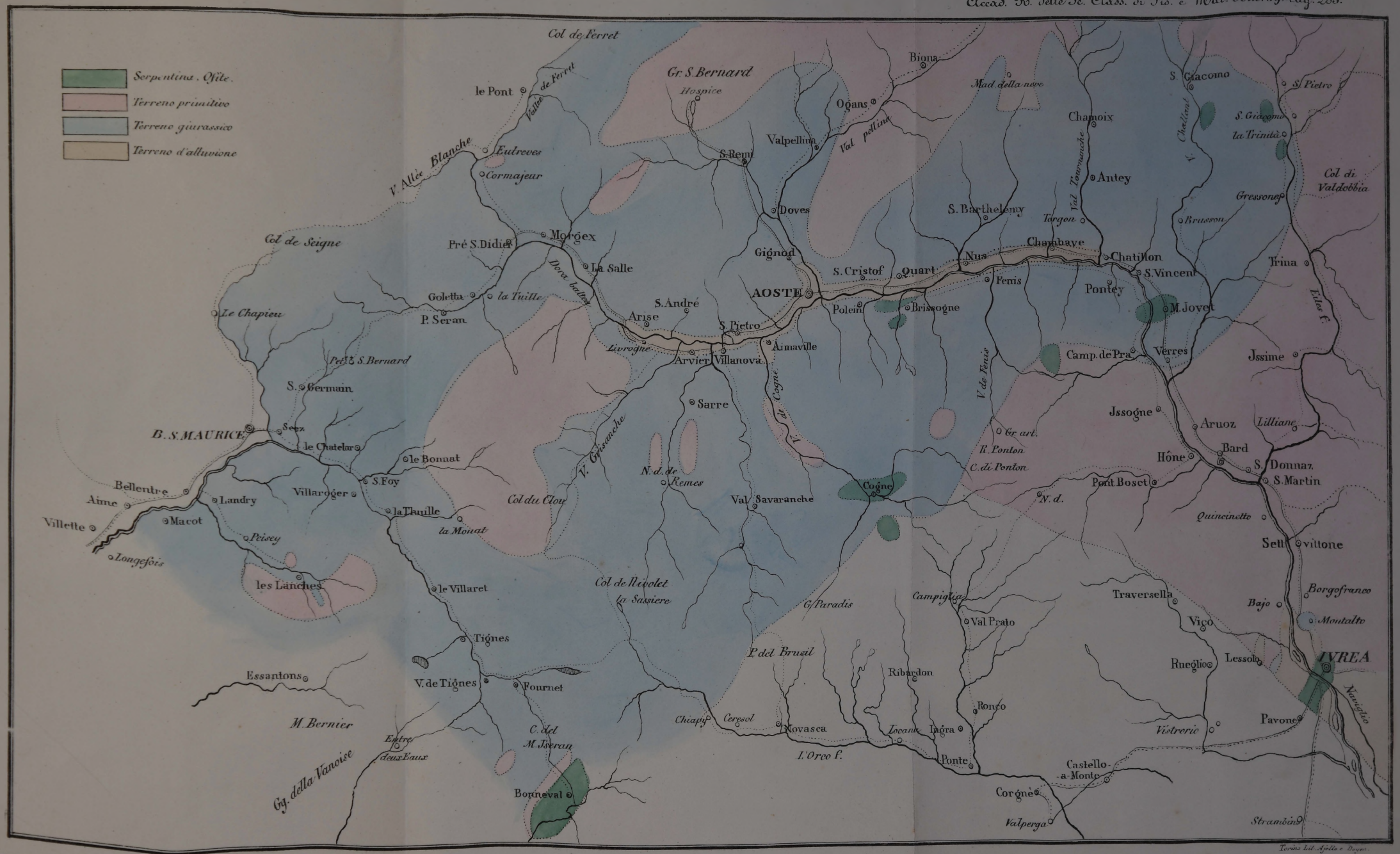
L'ossatura del monte del Gran S. Bernardo è di terreno primitivo, in istrati molto slogati. La forza che gli diede una tale posizione non fu abbastanza energica per disperdere il terreno giurassico, del quale esistonvi qua e là delle masse assai considerevoli come notasi al colle detto *entre les deux fénêtres*, ed alla roccia appellata *la Tour des fols*.

In una gola o zanna che fanno i monti al dissopra di S. Oyen, composti da terreno giurassico, havvi una miniera di ferro carbonato, il quale si mostra qua e là scomposto a non rimanervi che il perossido combinato con una certa quantità d'acqua. Questo minerale è congiunto a quarzo, a piriti di ferro, e ad ossido di manganese. Io notai ancora in un cumulo formato di pezzi di questi minerali alcuni cogoli di galena, e da quanto mi venne assicurato dai minatori, si deve credere che questo solfuro è compagno indivisibile del minerale ferruginoso di quella località.

I monti presso *Colombey* nel Vallese, e quelli di là del ponte di S. Maurizio che comunica col cantone di *Vaud* hanno i loro fianchi ricoperti di strati e massi di un calcare or nero ed or cenerino, ne' quali sono inviluppati molti fossili dell'arenaria (*grès*) verde. Questa ricognizione m' invogliò d'esaminare alcuni monti acquapendenti in quell' avvallamento ossia *faille*, perchè tale è l'origine di quella valle, il che eseguii, coll' idea però di servirmi

di quei fatti per rimontare alla vera cognizione di molte cose che aveva osservate ne' miei viaggi fatti per le Alpi piemontesi.

Per maggiore chiarezza di questo mio lavoro, io gli unisco la carta geologica, formata sulla carta geografica stradale dei Regii Stati, la quale sebbene molto scarsa e mancante, parvemi tuttavia poter supplire a quanto io mi propongo, che si è di fare conoscere dove esistono i varii terreni descritti.



Torino lit. Apollo e Doyen.